

ICタグ普及への将来展望

ICタグ普及への将来展望

日本大学法学部 管理行政学科

4年 0150253

林 早希

目次

序章 IC タグ普及の兆し

第1章 IC タグとは

- 第1節 IC タグの定義
 - 第1項 IC タグの基本構造
- 第2節 IC タグの特徴
- 第3節 IC タグの分類
- 第4節 IC タグの歴史
- 第5節 IC タグが注目される背景

第2章 IC タグを支える技術

- 第1節 IC チップ
- 第2節 リーダ/ライタ
- 第3節 OS

第3章 IC タグが普及した生活

- 第1節 家庭における IC タグ
- 第2節 企業における IC タグ
- 第3節 行政における IC タグ

第4章 日本の IC タグの現状

- 第1節 家庭における IC タグ
- 第2節 企業における IC タグ
- 第3節 行政における IC タグ
- 第4節 企業動向
- 第5節 標準化動向
 - 第1項 IC タグに関する国際標準化動向
 - 第2項 IC タグに関する国内標準化動向
 - 第3項 今後の標準化の動向

第5章 IC タグ普及に関する問題と今後

- 第1節 技術・運用面での問題
- 第2節 規格（標準化）面での問題
- 第3節 コスト面での問題
- 第4節 プライバシー面での問題
- 第5節 セキュリティー面での問題

終章 今後の IC タグ普及への展望

序章 IC タグ普及の兆し

IC タグ使用の際に欠かせない、RFID 技術は 1940 年代に起源を持つものである。その技術の流れを受け、IC タグは長い月日を経て、現在たいへん注目されている。なぜならば標準化団体の台頭、経済・ニーズの変化、ユビキタス社会実現の技術としての認識の高まりといった様々な要因が重なり合い汎用的な IC タグの利用が以前よりもいっそう現実的になったからだ。

私が今回の卒業論文のテーマとして、「IC タグ普及への将来展望」を選んだきっかけは、IC タグを商品管理に利用することでマーケティングの要素も兼ね備えることができると知ったからである。IC タグをうまく活用すれば、その恩恵を企業だけではなく私たちの生活の中でも活かすことができるのではないかと考え興味を抱いたのだ。テレビや新聞等で紹介され、IC タグという言葉にふれる機会が多くなった今、私も含め IC タグを使用した夢のような生活が身近に感じられるようになった人が増えてきたのではないだろうか。しかし、実際に IC タグが汎用性を持ち私たちの生活に定着する技術として社会に浸透していくためには様々な問題を解決していかなければならない。そういった点も含め、今後 IC タグが社会にどのように広がっていくかを明らかにしていきたいと考えている。

そこで、今回の論文では、まず IC タグとはどのようなものなのかを正確に定義づけしていきたい。次に、私自身が考える IC タグの普及した将来像を家庭・企業・行政の三つの視点から捉え予測を立て、それを受けて現在日本の IC タグ普及の現状はどこまで進んでいるのかを実例を挙げてみていく。そして、これまでみてきた過程で IC タグが抱える問題を技術面・コスト面など 4 つの視点で考察していく。最後に IC タグ普及への将来展望を自分なりの意見で結論づけたいと考えている。

第1章 IC タグとは

第1節 IC タグの定義

今回の論文中で扱う IC タグについて定義づけをしたいと思う。現在、テレビ・新聞・雑誌等において IC タグは様々な表現で扱われている。しかし、IC タグについての正確な定義は、どの標準化団体においてもされていない。標準化団体で話し合われることは、IC タグで使用する電波帯域や IC タグに割り振る ID 番号など、使用する際の環境を整えるためのものであり、IC タグがどういったものなのかという概念は、話し合われてはいない。

まず、ここで扱う IC タグとは、IC チップとアンテナで構成される記憶媒体を管理対象物に付け、無線技術（RFID 技術¹）を利用して IC チップ内に保持された情報をやりとりするものをいう。つまりは私たちが普段目する商品に付与されているタグと基本的な役目は同じである。違いは情報をやりとりできるという点だろう。すなわち、IC タグに必要な条件として挙げられる要素は以下の3点である。

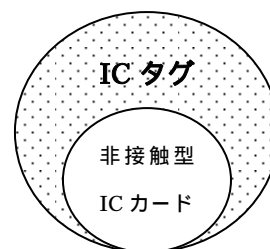
- (1) タグ内部に情報を格納するための領域があること
- (2) 無線技術（RFID）を用いて、非接触で情報をやりとりできること
- (3) モノに付与されていること

また、注意しておきたいこととして、IC タグと IC カードの違いだ。IC タグがモノに付与して使用するのに対し、IC カードは人が携帯して使用することが大きな違いといえる。つまり上記での(3)の要素が IC カードにはないといえる。しかし、広義の意味で捉えるならば、IC タグをモノに付与し情報をやりとりすることと、IC カードを人が携帯して情報をやりとりすることは同一であるといえるだろう。

したがって、IC カードは IC タグ内に含まれると、私は考える。（図1参照）実際に書籍など²でも同様の考えであった。

しかし、今回の論文で扱う IC タグは、人間以外の“モノ”を管理する荷札としての機能を有しているか否かが重要である。したがって、IC タグとして取り扱う分野は図1.1における点線の部分である。つまり IC カードは今回の議論からは外れることを明言しておきたい。

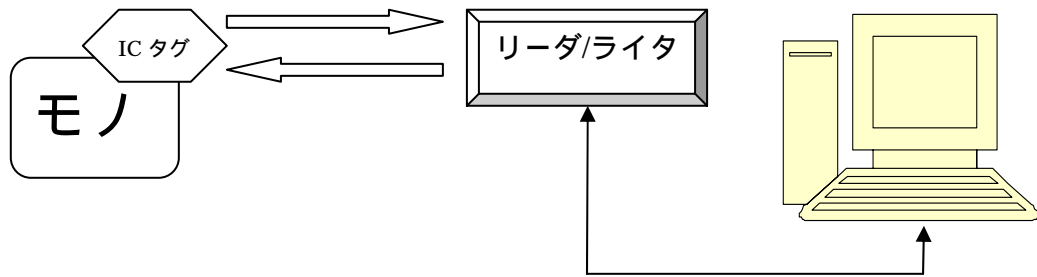
図 1.1 IC タグと IC カードの関係



第1項 IC タグの基本構造

IC タグとは無線技術(RFID 技術)を用いて IC チップに保持された情報をやりとりするタグ（荷札）であることはすでに説明したが、IC タグを活用するためには基本構造として、IC タグの他にリーダ/ライタ・パーソナルコンピュータ等の周辺機器が必要である。IC タグの基本構造を図示すると図 1.2 のようになる。

図 1.2 IC タグの基本構造



ここで IC タグ内にある情報をリーダ/ライタが読み取って、その情報をパーソナルコンピュータで見るといった場合を例にとりて図 1.2 を説明する。

- (1) リーダ/ライタが IC タグのアンテナに向かって、情報をリーダ/ライタに送信するように命令を送る
- (2) 無線を受けた IC タグのアンテナは命令を IC チップの通信回路に流す
- (3) IC チップは自身の情報を通信回路経由でアンテナに送り、さらにアンテナから受け取った情報をリーダ/ライタへ送信する
- (4) リーダ/ライタは外部インターフェイス経由でパーソナルコンピュータに IC タグから受け取った情報を通知する。
- (5) パーソナルコンピュータは情報を画面に表示する

すなわち、IC タグとは情報の入れ物であり、その情報を読み取るのはリーダ/ライタ、利用・管理するのはパーソナルコンピュータであることが理解できる。こうした流れが確立されて初めて IC タグが機能するといえる。

第 2 節 IC タグの特徴

IC タグの特徴は以下の 6 点である。

- (1) 非接触で通信が可能である
 - (2) リーダ/ライタによる IC タグの同時読み取りが可能
 - (3) 情報の書き換えが可能である
 - (4) メンテナンスが容易である
 - (5) 様々な形状が可能である
 - (6) IC タグ内に保持できる情報量が多い
- (1) 非接触で通信が可能である
- 非接触で通信が可能であることで、リーダ/ライタに近づけるだけで読み取りが可能だ。遮蔽物があっても、無線波の届く範囲で通信が可能といえる。すなわち、ダンボールの中に入っている IC タグ付きの製品を読み込むこともでき、開梱・再開梱の手間が省ける。
- (2) リーダ/ライタによる IC タグの同時読み取りが可能

IC タグは無線波で通信するため同時に複数の IC タグにアクセス可能だ。複数の IC タグの情報が衝突することなく識別（アンチコリジョン機能）し、過不足なく IC タグの付与された製品を読むことで効率的な働きが期待できる。

(3) 情報の書き換えが可能である

読み書き可能なメモリが搭載された IC タグでは必要に応じて情報の書き込みができる。逆に書き込み不可（読み込み専用）のものは、恣意的に書き込みがブロックされていて、情報の改ざんを防ぐ目的で用いられる。

(4) メンテナンスが容易である

IC タグのリーダ/ライタには機械的な動作部分が少なく、その結果、故障も少ないといえる。振動・衝撃・磨耗・汚れにも強く、さらに電源を内蔵しない IC タグには電源の供給も不要だ。このようなことから保守・メンテナンスが容易であるといえる。

(5) 様々な形状が可能である

IC タグは IC チップとアンテナで構成されている。アンテナの大きさは通信距離によって変わってくる。しかし、アンテナの大きさと IC チップの大きさを決定すれば、その他の部分の形状は柔軟に加工が可能である。使用目的に応じた最適な形状を選択することができる。

(6) IC タグ内に保持できる情報量が多い

現在モノの管理として利用されているバーコード（JAN コード）と比較してみると、バーコードが 13 桁の数字の情報を持っているのに対して、現在標準化が進められている 128 ビット（他には 96 ビットの IC タグがある）の IC タグでは 1280 文字の情報を保持できる。

これら 6 点が IC タグの特徴といえる。

第 3 節 IC タグの分類

IC タグの分類には様々な分け方があるが、今回は以下の 6 点で分類したいと思う。

- (1) 伝送媒体方式
- (2) 情報記憶方式
- (3) 電源方式
- (4) 更新距離
- (5) 形状
- (6) アンチコリジョン機能

(1) 伝送媒体方式

電磁結合型

向かい合わせたコイルの一方に流した電流の大きさを変化させると、他方のコイルを貫く磁束の変化に伴って電圧が生じる。この現象を相互誘導という。IC タグ側のアンテナとリーダ/ライタのアンテナにコイルを用いて、交流磁界によるコ

イルの相互誘導を利用して交信を行うのが電磁結合型である。IC タグへの電力供給は電磁誘導によって伝送される。

通信距離は、最大で数十 mm 程度だ。静止状態でのコイルの相互誘導により通信を行うため、密着状態で使用される場合がほとんどである。

メリットとして、水に強く電池なしで作動するという点が挙げられる。また電磁的ノイズにも強い。デメリットとしては、通信エリアが狭く金属に弱いという点が挙げられる。

電磁誘導型

リーダ/ライタのコイルアンテナに交流電流をかけると、コイル近傍に誘導電磁界が発生する。この誘導電磁界内に IC タグが入ってくると、タグのコイルアンテナに電磁誘導により電流が流れる。この電磁誘導現象を利用して通信を行うのが電磁誘導型である。誘導磁束による起動電圧を用いることで電力供給が可能である。

通信距離は、リーダ/ライタからの磁束が十分に届く距離となるため、最大で数十 cm ~ 1m 程度だ。

メリットとして、水に強く電池なしで作動するという点が挙げられる。また通信エリアが広い。デメリットとしては、電磁的ノイズの影響を受けるという点が挙げられる。

マイクロ波型

IC タグとリーダ/ライタ間でマイクロ波を用いて通信を行うのがマイクロ波型である。IC タグやリーダ/ライタのアンテナには通常、平板に印刷されたマイクロストリップアンテナを用いる。

通信距離は、タグに電池を内蔵したタイプでは 10m 以上の通信も可能である。タグに電池を内蔵していないタイプでは数 m 程度である。

メリットとして、電磁的ノイズに強く通信エリアが広いという点が挙げられる。デメリットとして水に弱く人の往来で通信が遮断されてしまうという点が挙げられる。

光通信型

近赤外線光発生源を利用してリーダ/ライタが通信を行い、IC タグは、受光器としてフォトダイオードやフォトトランジスタなどを利用して通信を行うのが光通信型である。

通信距離は数 10cm 程度だ。

メリットとして処理が早いことが挙げられる。デメリットとして、電池が必要であることと、通信エリアが狭いことが挙げられる。また有視界交信であるため人の往来で通信が遮断されてしまう。

(2) 情報記憶方式

リードオンリー (ROM) 型

IC タグに1度情報を書き込んだら二度と変更できない。これは、偽造防止や真贋判定などに使用される際、簡単に情報が書き換えられないようにするためである。

しかし、このタイプのIC タグは情報の書き換えが不可能なため、廃棄後リサイクルができない。(IDだけの使い方でIDの体系のみ事後に変更することが可能であれば再利用も可能になる。)

追記型

1度書き込んだ情報は変更できないが、情報は次々と追加していくことができる。製造や流通の過程で次々と情報を付け加えたいというニーズと、情報の不正変更防止というニーズの両方を満たすものである。トレーサビリティなどに使用される。

リードライト (RAM) 型

後から自由に情報の書き換えができる。IC タグのリサイクルという観点から見ると、使用后IC タグを回収して再利用する際情報を再度書き込めるようになっていなければならない。

しかし、書き換え可能なタイプの場合は、正当な権限を持つ人が情報を書き換えるためのシステムが必要になってくるだろう。

(3) 電源方式

アクティブ型

IC タグ内に電池を内蔵する。アクティブタグは自ら無線波を発するタイプである。アクティブ型のメリットは交信距離が長いことだ。デメリットは電池を内蔵するため、電池交換もしくは充電が必要なこと、小型化に限界があることだ。さらにコストが高くなることも上げられるだろう。

パッシブ型

IC タグ内に電池を内蔵しない。リーダ/ライタからの無線波をエネルギーとし、タグの情報をリーダ/ライタに返す。電池を内蔵しない分、小型化が容易で、電池交換等のメンテナンスが省略できることがメリットである。デメリットは通信距離が限られてくることだ。

電池を内蔵するパッシブタグも存在するが、アクティブタグのように無線波を発信する目的で電池を内蔵しているのではなく、回路の維持などを目的としている。

(4) 交信距離

密着型

IC タグとリーダ/ライタが通信する際の距離が 0 ~ 数 mm である。

近傍型

IC タグとリーダ/ライタが通信する際の距離が数 mm ~ 数 m である。

遠隔型

IC タグとリーダ/ライタが通信する際の距離が数十 m 以上である。

(5) 形状

ラベル型

ラベル形状の薄型 IC タグで、管理するモノの形状や大きさ、必要な交信距離などにより数種類ある。

コイン型

直径数十 mm ~ のコイン形状の IC タグである。

スティック型

直径数 mm の棒形状の IC タグである。

利用者の注文に応じて形状の変更画家のであるため、この他にも様々な形が存在している。近年 IC タグは大幅な小型化が可能になっている。

(6) アンチコリジョン機能

複数の IC タグをリーダ/ライタが読み取る際に、通信が衝突してしまわないように、工夫をする必要がある。これをアンチコリジョン機能という。アンチコリジョン機能は以下の 3 つの方式がある。

FIFO (First In First Out) アクセス方式

最初にリーダ/ライタの通信領域に入ってきた IC タグを過不足なく順番に読み取る方式。交信を終了した IC タグには、アクセス禁止処理を行う。交信終了した IC タグが交信領域に複数存在しても、新たな IC タグが 1 個だけ交信領域に入ってくれば交信可能である。

同時に 2 つの IC タグが交信領域内に入った場合は、交信エラーとなり交信が不可能になる。アクセス禁止された IC タグは、交信領域外に出ると再び交信が可能になる。

マルチアクセス方式

交信領域内に複数の IC タグが存在しても、すべての IC タグと交信できる。複数の IC タグを一気に読み取る方式である。

セレクトティブアクセス方式

交信領域内にある複数の IC タグのうち、特定の IC タグと交信が可能だ。交信領域内のタグに番号を割り当て、割り当てられた番号を元に特定の IC タグと交信を行う方式である。

第 4 節 IC タグの歴史

IC タグは無線 (RFID) 技術の利用なくしては語れない。そこで、無線 (RFID) 技術の歴史に着目し、どのような流れで IC タグが出現したのかをみていきたいと思う。

きっかけは、1943 年に Harry Stockman という人物によって RFID 技術の利用が科学的研究論文の中で示唆されたことにより、研究と実利用が進んできた。(今回は実利用に焦点を絞る。)

1940,1950 年代

第二次世界大戦初期、航空機のパイロットは、目視により敵味方を識別していた。このため夜間および視界不良時に敵機と見方機の識別が極めて困難な状況だった。この状況を打開するため、連合国側は天候や視界にかかわらず敵味方を識別することを目的とした装置の開発に着手し、成功を収めた。この装置は IFF (Identification of Friend Or Foe system) といわれて、現在の戦闘機にも同様な原理で使用されている。この装置は無線波を用いた技術であり、問いかけを他機に対して行い、敵機か見方機かを判断しようという装置である。

IFF は RFID 技術が最初に利用された技術として定義づけされている。

1960 年代

1960 年代後半、EAS (Electronic Article Surveillance) が開発された。この EAS は、商品に IC タグを付与し、商品を泥棒から守るための装置だ。IC タグの存在を検知する仕組みのため、IC タグが取り除かれない状態で持ち出されると警報等が出される。この装置は RFID 技術の初の商業利用と位置づけられている。

1970 年代

1970 年代に入ると、IC タグの利用が活発化する。名だたる企業が、RFID 技術を利用した、車をトラッキングする仕組みや、工場オートメーションを促進する仕組みを開発した。

また特にヨーロッパでは、家畜のトラッキングのニーズが高まったため家畜に IC タグを付けて、家畜を識別・追跡する仕組みを開発した。RFID 技術の適用可能が証明された年代といえる。

1980 年代

1980 年代に入って、RFID 技術を利用したシステムが構築され始めた。1987 年には、ノルウェーで自動車の通行料金自動課金システムが稼動した。また 1989 年にはアメリ

力でも同様のシステムが稼働した。これは現在みられるような、ETC (Electronic Toll Collection) の先駆けとなるシステムである。RFID 技術の商業利用が確立した年代であるといえる。

1990 年代

1990 年代に入ると、様々な形で RFID 技術が世の中に浸透してくる。高速道路での ETC が各国で導入されて始めた。この他に、スキー場のリフト改札システム・駐車場システム等、現在も利用されている RFID を使用した技術が開発・利用され、世の中に対して RFID 技術の存在が確固たるものとなった。

また、1999 年にはアメリカ合衆国において IC タグ標準化団体(オート ID センター) が設立され、いっそう IC タグが汎用性を持つ環境作りが進められていった。

2000 年代

2000 年代になって、ユビキタスコンピューティング³という言葉が流行している。このユビキタスコンピューティング世界を担う技術の 1 つとして、RFID 技術を使用した IC タグが注目され始めている。

IC タグは最近になり注目が高まっているが、実際には約 50 年も前から存在する技術の応用であることが分かる。

第 5 節 IC タグが注目される背景

前節で IC タグの技術は新しいものではなく、徐々に活躍の場を広げてきたことが分かる。では現在、なぜ IC タグが注目されるようになったのかを考えていきたい。

私は以下に挙げる 5 点が IC タグ注目の要因ではないかと考えた。

- (1) IC タグ標準化団体の台頭
- (2) IC タグ関連製造技術の進歩
- (3) 現代社会のニーズの変化
- (4) セキュリティーへの認識の高まり
- (5) ユビキタス社会実現の技術としての役割

(1) IC タグ標準化団体の台頭

1999 年にアメリカ合衆国で設立されたオート ID センター(現在は EPC グローバルとオート ID ラボの 2 組織に別れて活動)と 2003 年に日本に設立されたユビキタス ID センターは、それぞれ RFID 技術とモノの自動認識技術の使用標準化を目的とした団体である。

両団体の想定する形として IC タグはかかせないものになっている。よって、IC タグはこの 2 つの標準化団体の活動とともに注目されている。

なお、オート ID センターとユビキタス ID センターについては、第 4 章・第 5 節で詳しく説明する。

このような標準化団体の活動により、IC タグの存在は世間に広く認知されてきた。また IC タグの標準化が進むことで、IC タグ使用のための社会基盤が確立されていくことになる。標準化団体の台頭は IC タグ普及の大きな鍵となるだろう。

(2) IC タグ関連製造技術の進歩

半導体技術の進展を見れば明らかなように、メモリに使用される IC チップの製造コストも以前に比べ、劇的に安価になってきている。また、日立製作所が開発した μ チップは世界最小クラスの IC チップで 0.4mm 角を実現している。

情報を管理するパーソナルコンピュータに関しても、数年前までスーパーコンピュータと呼ばれていたものが、私たちの机の上にパーソナルコンピュータとして存在する時代になっている。

このように、IC タグ関連の製造技術の進歩によって、様々なシーンで IC タグ導入が現実的になったといえる。

(3) 現代社会のニーズの変化

現代社会では、従来までに見込み生産をおこなう体質から、顧客のニーズをいち早く汲み取り、そのニーズに適した製品を適量だけ市場に送り出すという体質に変化してきた。そうした流れの中、IC タグの商品管理とマーケティング要素を利用することにより、効率的な製造・流通プロセスに注目が集まり始めている。

また、情報管理の重要性に重点をおく傾向にあるといえる。狂牛病や食品不正表示による食品問題などにより、私たち消費者はモノに付随する情報に極めて敏感になっているといえるだろう。そういった中で、IC タグを使用することで正確な情報を管理・提供に期待が集まっている。

(4) セキュリティーへの認識の高まり

近年、高度な技術を用いた情報化社会へと変化してきた日本では、その技術を逆手に取った犯罪が多発している。磁気カードの偽造や紙幣の偽造等の犯罪は高度化・多様化の一途をたどっている。

このような中、セキュリティーが重要視され、偽造・改ざんされないような技術が必要とされている。そういった中で、IC タグのセキュリティーの高さが需要を引き上げている要因であるといえるだろう。

(5) ユビキタス社会実現の技術としての役割

2000 年に入り、ユビキタスコンピューティングという言葉がよく聞かれるようになってきた。モバイル機器の多様化によって、いつでもどこからでもインターネットに接続することが可能になったことがユビキタスコンピューティングの流行の背景ではなかと考えた。そこで、IC タグはかかせない存在といえる。なぜならば、IC タグを用いることで、モノがネットワーク中で認識され管理されるからだ。

こういったことから、IC タグがユビキタス社会で果たす役割は大きいといえる。そこから IC タグは今後も注目を集める存在であるのではないかと考えられる。

現在 IC タグが注目されている理由は、様々な要因が重なり合ったためといえる。今までと比べて IC タグ利用の現実的な環境が揃ってきていることから、今後もいっそう注目を集めていこう。

現代社会の変化が IC タグの特性と合ったため、需要を拡大させているといえる。

1 RFID 技術

RFID (Radio Frequency Identification) とは、技術用語であり、無線を用いて非接触でモノを識別する技術の総称である。IC タグと RFID という言葉が混同されて使われている場合があるが、今回の論文の中では同等ではない。

IC タグの定義として“無線技術を用いて、非接触で情報をやりとりできる”という点が挙げられているので、2つの関係性をいうならば、モノに付与され、RFID 技術を利用してモノの管理を行うのが IC タグである。

2 『IC タグの仕組みとそのインパクト』 著者：秋山功ら 日本ユニシス IC タグ研究会監修

出版：ソフト・リサーチ・センター

3 ユビキタスコンピューティング

1988年に、アメリカ合衆国のマーク・ワイザーが提唱した概念である。どこにいても、どんなツールを使っても、コンピュータが使用できるということが定義とされている。

第2章 IC タグを支える技術

IC タグを支える技術として、IC チップ・リーダ/ライタ・OS の3点からみていきたいと思う。

(1) IC チップ

IC チップ

・高周波回路・電源再生回路・アンテナ・MPU・メモリ

IC チップは上記の5つのパーツから成り立っている。まず、一般的に利用されるパッシブ型のICチップを例にとって説明する。

まず、リーダ/ライタからの要求である電波をアンテナでキャッチし、その電波を利用して電源再生回路で電源を確保して、メモリを呼び出しMPUで処理をする。そして高周波回路で変調¹をして、アンテナからリーダ/ライタに応答を返すという仕組みである。

ここで注意しておきたいことは、ICチップがリーダ/ライタへ応答を返す際、自らが電波を発信しているのではないということだ。ICタグは、自ら保持する情報をリーダ/ライタから送信された電波に乗せて応答しているのである。

(2) リーダ/ライタ

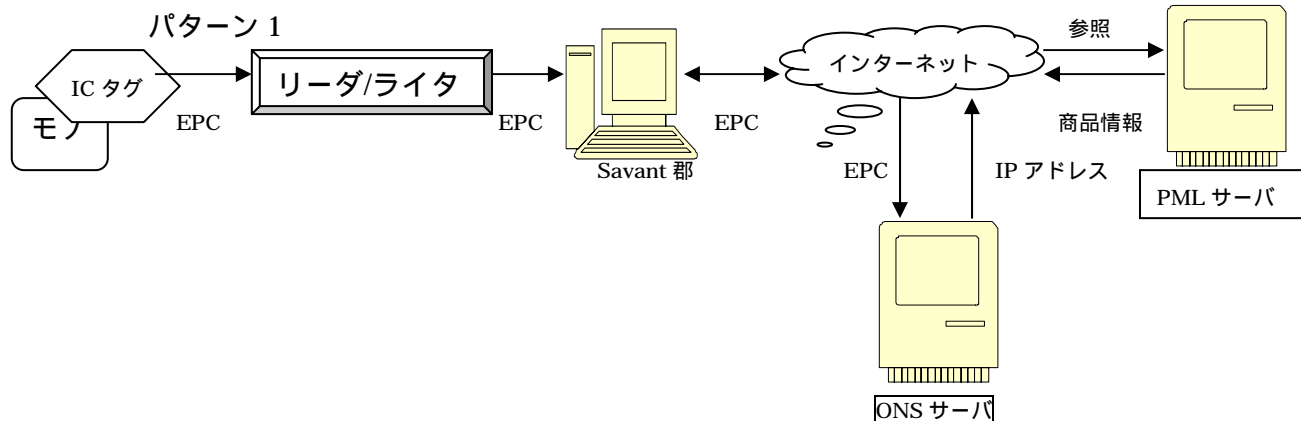
リーダ/ライタ

・増幅器・高周波回路・アンテナ・CPU・送信部

リーダ/ライタは上記の5つのパーツから成り立っている。まず、送信部から、ICタグへの要求を送信する。そしてICタグより、返答がきたら増幅器で受信信号の増幅と周波数変換を行う。そしてCPUで情報が処理されるという仕組みである。

(3) OS

今後主流になるであろう2つのパターンを説明する。



IC タグには EPC という番号が格納されている。リーダ/ライタで読み取られた EPC は、Savant ソフトウェアによってシステムに取り込む。そして、Savant ソフトウェアは EPC をキーに ONS サーバを検索して、商品情報を格納している PML サーバの IP アドレスを取得する。Savant ソフトウェアは、さらに検索した IP アドレスを元に PML サーバにアクセスし、商品の情報を得る。

EPC (Electronic Product Code)

EPC とは IC タグを付ける商品に対して一意に割り当てられる番号である。現在、同じ目的で用いられているものに、バーコードがあるが、バーコードで表現できる情報は少なく、生産者と商品の種類の情報程度である。これに対して、EPC は多くの情報を保持できるような設計になっている。

具体的には、96 ビットの情報を保持できる。また、EPC は 4 つの部分から成る。EPC のバージョンを表す部分 (バージョン部分を設けることで、将来拡張可能)・商品番号を表す部分・メーカー番号を表す部分・商品のシリアル番号を現す部分である。基本は 96 ビットであるが、状況によって 64 ビットや 256 ビットのものも使用可能である。

Savant

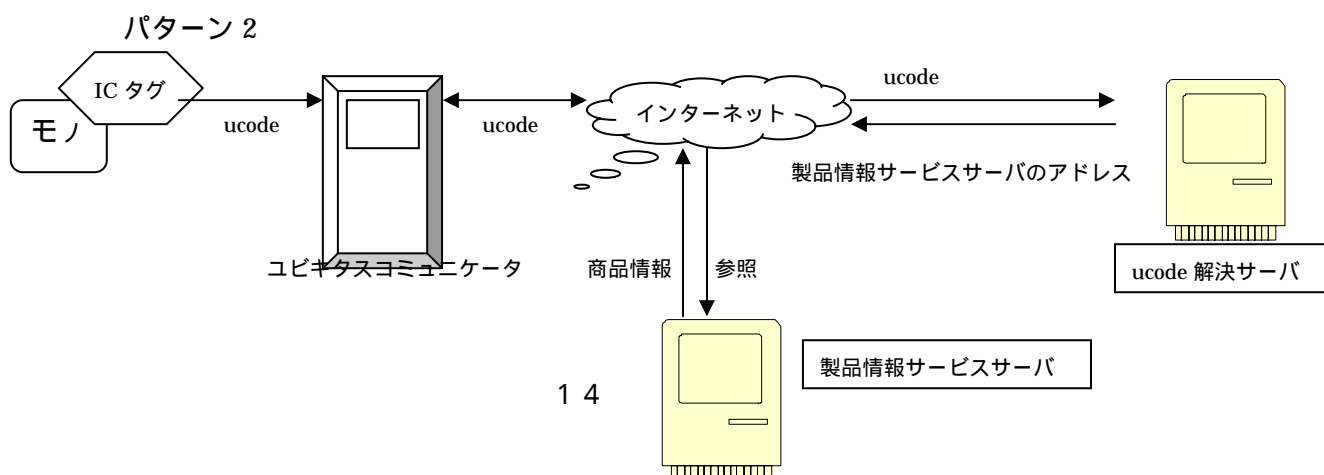
Savant とは、リーダ/ライタに直結されている機器上で稼動するソフトウェアである。リーダ/ライタを制御する・読み取ったタグの EPC を記録する・EPC をキーに ONS から PML サーバの IP アドレスを取得する・PML サーバにある商品情報を取得するといった機能を有する。

ONS (Object Name Service) サーバ

商品情報がどこに保管されているかを調べることができるサービスを有するサーバである。ONS は EPC のバージョン部分とメーカー部分をキーに PML サーバの IP アドレスを取得する。

PML (Physical Markup Language) サーバ

PML を用いて情報をやり取りするサーバのこと。PML サーバに登録する情報は、主に商品情報とトレース情報である。IC タグが読み取られるたびに、PML サーバに場所・時間などの情報を蓄積することで、商品が現在どこにあるか、どういう経路を通っているのかなどが把握可能になる。



基本的原理は上記のパターン 1 と同様である。IC タグには ucode という番号が格納されている。ユビキタスコミュニケータと呼ばれるリーダ/ライタで読み取られた ucode を元に、ユビキタスコミュニケータ自身がネットワークに接続する。そして、読み取った ucode をキーに ucode 解決サーバから商品情報を格納している製品情報サービスサーバの IP アドレスを取得する。ユビキタスコミュニケータは IP アドレスを元に製品情報サービスサーバにアクセスし、商品情報を取得する。

ucode

128 ビットで構成され、128 ビット単位で拡張可能である。また、特徴的なのは、現在使用されているバーコードも包括可能であるという点である。Class 指定部分・コード識別部分・コード本体部分の 3 つから成る。²

ユビキタスコミュニケータ

ユビキタスコミュニケータに求められる機能として、IC タグと非接触で通信する機能 Bluetooth³ などを利用して広域ネットワークに接続する機能 PKI を利用した暗号・認証機能の 3 点である。現在ユビキタスコミュニケータの形は PDA のような形をとっているものが主流である。

ucode 解決サーバ

ucode 解決サーバは、ucode が付与された商品の情報が、どこの製品情報サービスサーバに格納されているかを問い合わせるためのサーバである。また製品サービスサーバのアドレスは IP アドレスや URL など、様々なタイプの通信に対応可能。

製品情報サービスサーバ

IC タグを付与された商品の情報を提供するためのサーバである。どのユビキタスコミュニケータでも読み取り可能なように、u TAD と呼ばれるフォーマットで記述されている。

1 変調とは、電波という媒体に情報をのせることをいう。

2 ucode を付与された IC タグには、利用シーンや目的に応じて、Class0~Class8 まで段階が別れている。

Class 0

光化学的手段によって読み取ることが可能な IC タグで、バーコード・二次元バーコードなどがこれに相当する。

Class 1

格納する全情報が読み出しのみに限定された非接触 IC タグ

Class 2

ユーザが格納情報を変更できる（読み書き可能な）非接触 IC タグ。

Class 3

CPU や暗号コプロセッサのような、計算能力を有する、非接触通信を行う IC タグ。暗号認証きのうとして、秘密鍵レベルの機能を有すること。

Class4

CPU や暗号コプロセッサのような計算能力を有する、非接触通信を行う IC タグ。暗号機能として、公開鍵レベルの機能を有すること。

Class5

バッテリーや微小発電素子を内蔵し、外部からの電源供給を受けることなく自立的に動作できる。CPU をそなえておらず、計算能力はない。

Class6

バッテリーや微小発電素子を内蔵し、外部からの電力供給を受けることなく自立的に動作できる。CPU を搭載した計算能力を有する。

Class 7

大容量のデータを格納できる安全で強固なもので、耐タンパ使用の筐体 有線型のネットワーク通信機能 e-TRON ID を備え eTP (Entity Transfer Protocol) が実装されているという 3 点を有している。

Class8

大容量のデータを格納できる、安全で強固なもので、Class7 以上に厳密な保守手続きにより、運用されている。

3 Bluetooth

2.4GHz 帯域を用いて近距離の機器を接続する無線方式である。

第3章 IC タグが普及した生活

今回私が論文を書くにあたって、自分なりの IC タグが普及した未来像を考えた。家庭・企業・行政の 3 つの視点から今後を考えていきたい。そして、ここでの考えがどの程度まで可能とされているのかを次章で現状を調べ、考察していきたいと思う。

第1節 家庭における IC タグ

将来家庭内では、家電をネットワークつなぐことによって、離れた場所からでも簡単に家電を操作できるようになるだろう。そういった技術が発達した際に重要になってくることが、家電（コンピュータ）が正確にモノの情報を得ることだろう。

例えば冷蔵庫を例にとってみると、外出先から自宅の冷蔵庫に卵があったかを調べるためにアクセスするでしょう。すると、食品に付与された IC タグからの情報によって、冷蔵庫は中に何があるかが分かる。そこで、冷蔵庫は「卵はある」と知らせてくれるだろう。そして、その卵の賞味期限が迫っていることも通知してくれる。さらに、卵を使用したレシピも即座に表示してくれるだろう。つまりは、冷蔵庫内にある食品（モノ）の存在が冷蔵庫（家電）に認知されなければ、近年注目を集めているネット家電は利用できないことになる。

次に外出先から帰宅し、洗濯を行う際にも、衣料品に付与された IC タグからの情報を元に、洗濯機は洗い方を考慮し、洗濯機では洗ってはいけない素材の衣料品を入れた時には、エラーを表示してくれる。これも、IC タグによって商品情報が記憶されていることによって成り立つのだ。

また、近年日本において犯罪も多発している中で、需要が伸びるだろう子供の登下校情報の配信である。子供に IC タグ付きの名札をつけ、学校の出入り口にリーダ/ライタを取り付けることによって可能になる。子供が門をくぐるとリーダ/ライタが読み取り、あらかじめ登録してある両親のメールアドレスに、通過時刻・同時に門をくぐった人（友人）の情報などが、両親の携帯電話に配信されるといったサービスである。また、学校だけではなく、地域ぐるみの取り組みによって、公園や図書館、駅、スーパーなどにもリーダ/ライタをつけることで、より子供の現在地を把握でき、防犯に役立つだろう。

IC タグが家庭内に普及することでメリットが増える一方で、やはり、デメリットの部分も出てくると考える。私が考えるデメリットは、家庭内が IC タグ利用などで便利になることで、人々は物事を考える力が衰えるのではないかという点である。家庭内がすべて、機械によって最善のパターンを割り出し、実行してくれるという環境のために人々は“自ら考え工夫する”ことをしなくなってしまうのではないか。例えば、料理にしても安易にネットワークからレシピが入手できることで、自分で考えてオリジナルなものを創ろうとは考えなくなるだろう。また、料理をやっている合間にお風呂を沸かし、掃除をして、と物事の順番を考え、いかに能率よくこなすかということを考えなくても、自動的にお風呂は定時に適温にセットされ、掃除もカーペットやフローリングに付与さ

れた IC タグからの情報で自動的に掃除機が床の状態にあった掃除をしてくれる。常に IC タグシステムのコンピュータまかせの生活によって、ものを考える行為が減っていくことで、日々の生活から学ぶということがなくなってしまうのではないかと考えた。

また、さきほどの話と関連して、すべてを機械がこなしてしまうことで、家庭内での会話も減ってしまうのではないかと考えた。つまりは、親が子供に家事を頼むために話かけることもない。親にしても子供にしても、ほとんどの家庭内での作業は自分でできてしまうからだ。そういった機会を通して親が子供に教育すべきこと（一般的にいう、しつけ）もなくなる。家庭内崩壊という言葉も耳にするようになった今、IC タグ普及とともにホームネットワークにより、少なからずそういった問題が浮き彫りになってくるのではないだろうか。

第2節 企業における IC タグ

私は、まず IC タグの活躍の場は商品の流過程における商品管理ではないかと考えている。商品の製造段階からみていこう。まず、部品の入荷検品は部品に取り付けられた IC タグをリーダ/ライタ内蔵のゲートを通過することで、自動的に行うことが可能になるだろう。そして、入荷された部品が組み立て過程で各作業の始めと終わりに、リーダ/ライタによって日時や担当者名が書き込まれていく。またリーダ/ライタはパーソナルコンピュータとつながっているため、リアルタイムで商品の状態が把握できる。また、各ラインでトラブルが生じた際にもこの機能を利用することで、どこに問題の原因があったのかをさかのぼって調査する時間が短縮されるだろう。

組み立て終了後には製造年月日・出荷情報などを IC タグの ID（商品に付与される番号）と関連付けてサーバ側に登録する。そして、完成した商品はまたリーダ/ライタ内蔵のゲートを通過することで、出荷検品を自動的に行い各配送センターの倉庫に輸送される。

次に倉庫内での IC タグの役割をみていこう。まず、倉庫搬入時は貨物（さきほど製造された商品）をリーダ/ライタつきのゲートを通過させ、入荷検品を行います。このとき IC タグから読み取った商品情報をもとにサーバにアクセスし、入荷された商品の収納位置情報を書き込む。そして、フォークリフトで貨物を移動する際にリフトに内蔵されているリーダ/ライタによって、IC タグから収納位置情報を読み取ることで、蔵置の指示ができる。

そして、搬出では PDA などの携帯端末で各営業店に出荷待ちの貨物情報を検索し、貨物の蔵置場所が表示される。表示された棚位置からフォークリフトで貨物を搬出し、集積エリアに貨物を移動する。フォークリフトに内蔵されているリーダ/ライタからの情報を蓄積・分析することで、最適な配備計画や倉庫内のレイアウトの立案に役立つだろう。

また、視点を変えてフォークリフトに IC タグを携帯させる。そして、各ポイントにリーダ/ライタを設置することで稼働状況を確認・分析することで、より効率的な動作が可能となるだろう。

各営業店からの在庫確認・出荷要請などもリアルタイムで商品の状況を確認できることにより、無駄なく実行できるといえる。

上記でみてきたように IC タグを付与して商品を管理することで多くの業務が効率化される。しかし、デメリットとして私が考えたことは、まず商品の IC タグとリーダ/ライタ間で正確に商品情報が読み取れない際には、あるはずの商品が認識できないということになる。そうなったとき、その商品の即座に出荷ができなくなってしまう。

また、フォークリフトに IC タグを付与することで必然的にそれを操縦する人間の位置情報までコンピュータで管理されてしまうことになる。つまり常に監視されている状況になってしまう。そこでプライバシーの問題が浮上してくるだろう。

第3節 公共における IC タグ

公共の場における IC タグは、図書館で使用される機会が多いただろう。まず利用者が本を借りる際には、受付に設置されているリーダ/ライタに本と、利用者があらかじめ登録してある IC カードをかざすことで IC タグからの情報によって貸し出しが完了する。返却の際にもリーダ/ライタに本をかざすだけで完了する。

本を検索するときにも、備え付けのコンピュータで即座に自分求めている本の位置情報が確認できる。

図書館を管理する側から見ると、IC タグによって図書を大量に短時間に管理ができる。また出入り口にリーダ/ライタ内蔵のゲートを設置することで、不正持ち出し防止にも役立つ。

次に考えられる IC タグの利用は、歩行者 ITS である。点字ブロックに IC タグを埋め込み、現在地などの情報を記憶させておく。そして、杖の先端に取り付けられた、リーダ/ライタで IC タグを読み取って、目の不自由な方に対する音声によるナビゲーションを行うというものである。

デメリットとして挙げられることは、便利になってすべて IC タグシステムまかせになることで、人と人との交流が減少してしまうのではないかという点である。図書館にしても、例えば、その地域に暮らすご老人が図書を借りる際に、そこで働く方々との交流を楽しみに来ている方もいるだろう。つまり、図書を借りるだけでなく人と人とのふれあいを求めている場合もあるということだ。そういった場合においては、IC タグによって事務処理がコンピュータ化されてしまうことが、すべてよいとはいえないのではないだろうか。

目の不自由な方の歩行者 ITC に関しても、確かに音声案内によってより安全に正確に歩道を歩くことができるだろう。しかし、逆に私たちはそれによって、目の不自由な方が ITC によって何の不便も感じず歩行していると思いついてしまうかもしれない。つまり、私たち側が IC タグシステムに依存してしまい、少なからず無関心になってしまうのではないだろうか。場合によっては、私たちのサポートが必要になるときも出てくるだろう。そういったときに、私たちの無関心さから、目の不自由な方に対して不快な思い

や、不自由な思いをさせてしまう恐れがあるのではないだろうかと考えた。

第4章 日本のICタグの現状

第1節 家庭におけるICタグ

結論からいうと、家庭におけるICタグは実証実験すら行われていないというのが現状だ。まず、家庭においてICタグが利用されるための要件として、ICタグが管理対象の商品に付与されているICタグを読み取るためのリーダ/ライタ内蔵の家電商品が設備されているという点が挙げられる。また、さらにICタグを高度に活用するためには各家電がインターネットに接続できるリーダ/ライタ内蔵の家電を家庭内・外から操作可能になる点も重要だろうと私は考えた。

インターネット家電という言葉を目にしたことがある方もいるだろう。・の2点については、インターネット家電という形で現在いくつかの企業によって実証実験または販売が実現している。

簡単にインターネット家電について説明すると、インターネットに接続する機能を持った家庭向け電化製品のことである。単にWeb閲覧機能がついただけの製品と、遠隔操作などの機能がついた製品の2種類に大別できる。現在、日立製作所家電電子会社である日立ホーム&ライフソリューション・東芝・松下電器産業・三洋電機などが業界で先頭をきって開発に乗り出している。

その中でも、三洋電機では、ホームネットワーク事業の推進と強化を計る為、家電やパーソナルコンピュータ、防犯などのセンサーのネットワークを統合すると共に、長寿命住宅にも適応できる、ホームネットワーク統合化技術を基盤とした新しいホームネットワーク統合システムを開発した。そして、2004年1月10日オープン予定の花博記念公園ハウジングガーデン(大阪市鶴見区)内の三洋ホームズ株式会社(以下三洋ホームズ)モデルハウス内にインターネット家電を実証実験として導入した。

日立ホーム&ライフソリューションではインターネットを通じて、操作できる家電製品を順次発売すると発表している。まず洗濯乾燥機・冷蔵庫などを受注販売する。エアコンなども順次追加する予定だ。

国産インターネット家電の統一通信規格であるエコーネットを採用した最初の規格認定商品を東芝が開発した。

以上のように・の要件は少しずつではあるが、実証実験を行っていること、製品化され販売されていることが分かった。しかし、そのインターネット家電の活用の中で、ICタグの存在は見受けられなかった。つまりは、上記でいう・の要件が満たされていないのだ。まだ家庭内ではICの活用はなされていない。

第2節 企業におけるICタグ

ICタグの基本機能であるモノの管理に利用されている事例が多いといえる。

図4.1 業界ごとICタグ実証実験

図 4.1 業界ごと IC タグ実証実験

業界の種類	参加企業	概要
アパレル	オンワード樫山 伊勢丹 三越	衣類に IC タグを付けて読み取り精度、一括読み取り枚数、金属による反射の影響を検証。IC タグには商品コードや価格、取引先コードなどを必須項目として格納。
家電	松下電器 ソニー 三洋電機	家電製品を包装したダンボール箱に IC タグを付けてレジ清算時や入出荷で検品、棚卸時の読み取り精度などを検証。製品本体にも取り付けて金属の影響を調べる。
出版	三省堂書店 集英社・講談社 小学館	文庫やコミックなどに IC タグを取り付けて読み取り精度や万引き防止効果を検証。
食品	マルエツ	生鮮食品など様々な商品に IC タグを取り付けて読み取り精度を検証。
	京急ストア	野菜の生産から店舗で販売するまでに発生した情報を管理するシステムを構築し、農家や店舗でのデータ入力の手間や導入コストを調べる。

まずはアパレル業界の IC タグ実証実験からみていく。参考事例としてアトリエ・サブをみてみよう。アトリエ・サブでは 商品を入荷する際の検品作業の効率化 店舗内におけるマーケティングの 2 点を目的に 2002 年から、IC タグを活用した商品システムを導入した。

商品を入荷する際の検品作業の効率化

主力店舗である大丸東京店の商品一つひとつに、商品番号やサイズ、色、価格などを記録した IC タグを商品に取り付ける。店舗の商品棚やレジ・倉庫の出入り口には、リーダ/ライタを設置。リーダ/ライタによって一括で入荷した商品を検品できる。

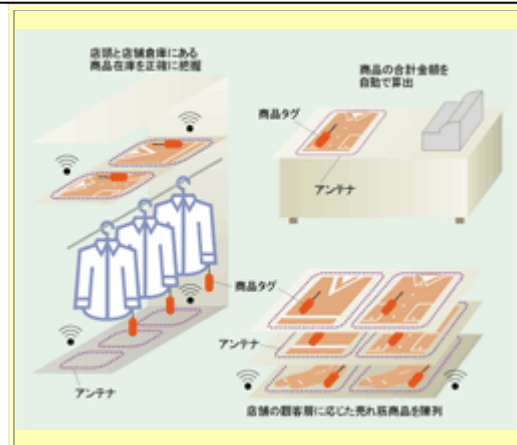
ダンボール箱内にある商品に取り付けた IC タグの情報を一度に読み取る。読み取ったデータをパソコン画面に表示し、納品書に記載してある商品と同じ数が読み取れたかどうかを確認することで、検品作業が完了である。

実際に検品作業に応用し、導入前に比べて 40～45%ほど物流費を削減したとされる。

店舗内におけるマーケティング商品を棚に置くと、リーダ/ライタはその商品に付与された IC タグの 情報を自動的に読み取る。そして、

図 4.2 アトリエ・サブの店舗内 IC タグ活用将来像
『日経コンピュータ EXPRESS「ゴマ粒チップ」
で究極の顧客サービスをめざせ!』より

その情報をパーソナルコンピュータに送る。商品を棚から取り出すと、リーダ/ライタは IC タグを読み取れなくなるので、商品が移動したことが分かる。こうした、仕組みによって店舗内の商品一つひとつの動きを把握できるようになる。例えば、「黒いセーターが商品棚から取り出されてすぐにレジに持ってこられた」、「青いセーターは商品棚から取り出され、しばらくするとまた商品棚に戻された」、「赤いセーターは1度も商品棚から取り出されなかった」といった動きを掴むことが可能になる。従来の POP データでは、商品が売れてからでないと、情報が入手できなかった。



実際に のマーケティング効果を確実に得られるようになるまでには、まだ、時間がかかるとしている。

しかし、オンワード樫山の場合は少し違う。アトリエ・サブのようなシステムを導入するにあたって、2003 年春まで、商品管理システムの試験稼働を続け、IC タグをほぼ 100%近い精度で読み取ることができれば、本格稼働に踏み切るとしている。実は、オンワード樫山は、2001 年と 2001 年に実証実験を行っている。しかし、IC タグの読み取り精度が 96.8%と期待していた以上に低かったことから、実用化には踏み切らなかった。実際私が調べた限りにおいて、オンワード樫山が本格稼働にこぎつけたとは出ていなかった。やはり、読み取り精度が問題のようだ。

次に家電業界だ。家電業界ではソニーや松下電器産業など、家電メーカー・流通業者 19 社が共同で 2004 年から IC タグを利用した、実証実験を開始する。各メーカーが自社の家電製品に IC タグを取り付け、工場や物流拠点、販売店舗での実用性を確かめる。

実証実験は、工場・物流拠点・販売店舗の 3 段階で行う。工場における実証実験で、各メーカーが自社の工場で「IC チップとアンテナを家電製品の基板内に一体化させる」、「IC チップのみを基板に一体化させ、アンテナだけは家電製品のロゴの部分に取り付ける」など、IC チップやアンテナの取り付け位置によって、読み取り精度がどれだけ変わるかを検証する。また、家電製品に IC タグ取り付けにかかるコストを検証する。参加企業(IC タグ取り付け対象商品)は、三洋電機(デジタルカメラ)・ソニー(ノートパソコン)・東芝家電製造(全自動洗濯機)・日立製作所(プラズマテレビ)など、11 社にのぼる。

物流拠点では、フォークリフトや台車を利用した検品作業の実証実験を行う。ゲートに取り付けたリーダ/ライタの向きや数、フォークリフトが通過する速度によって IC

タグの読み取り精度がどのように変わるかを確認する。IC タグのデメリットである金属に弱いという点から、金属製の台車による干渉の度合いなども検証することになっている。参加企業は、三洋電機ロジスティクス・ソニーサプライチェーンソリューション・松下ロジスティクスの3社である。

販売店舗における実証実験で検証すべきことは、検品作業の効率化がなされているか・レジにおいて複数商品の一括読み取りの精度確認・顧客への商品の在庫情報の提供を素早く性格に提供できるかという点である。参加企業はデオデオ・POS ベンダーの東芝テックである。

現在は実験段階で詳細なデータはまだ報告されていない。

出版業界では、2002 年出版社が中心となって、IC タグ研究委員会を設立した。IC タグ技術協力企業コンソーシアムがその下部組織として、IC タグ導入方法や導入時の効果などを提案する立場にあたる。IC タグ研究委員会はコンソーシアムが提案した提案を検討し、今後、出版業界において IC タグ導入の可否を検討する。出版社や IC タグベンダーなど約 80 社が参加し、日立製作所や、NTT データなどのベンダーが過半数を占める。1 つの業界が IC タグの導入を目指してベンダーを巻き込み、組織的に活動することは、これが初のケースになる。

出版社は煩雑な物流業務を効率化すること・書店での万引きを防止することの 2 点は出版業界にとっては改善しなければならない課題であった。IC タグを導入することで、

出版社

在庫数をリアルタイムで正確に把握可能

書籍の仕分け作業の省力化

納品伝票の作成時間短縮

検品作業の効率化

書店

万引き防止

売れ筋書籍をリアルタイムで正確に把握

棚卸作用の効率化

検品作業の効率化

など、従来の課題が解決されるかもしれないという期待が大きい。

特に書籍の万引きは深刻な問題である。経済産業省によると、1 店舗あたりの平均被害総額は毎年増加しているとのことだ。店舗によっては、経営の危機に直面するケースまでであるという万引きの被害を IC タグによって防止することが期待されている。まず、書籍の販売時に、書店側でリーダ/ライタを使用して IC タグの情報を読み取り、この情報を古書販売店と共有する。顧客が持ち込んだ、書籍の IC タグ情報を読み取り、共有している情報に該当するものがあるかを調べる。そうすることによって、もし該

当しなければ、万引きした書籍である疑いがあるとして書籍の買取りを拒否するのだ。盗品を現金化する方法を断ってしまえば、万引きによる被害を減少させることが可能なのではないだろうか。

現在においては、実験段階であるが、2004年初春には実証実験の中間報告に向けた取りまとめがICタグ研究委員会にあがってくるとのことだ。この実証実験に関しては経済産業省が支援しており、今後もさらに注目である。

食品業界ではマルエツを取り上げたいと思う。様々なICタグ実証実験が行われている中で、マルエツは先駆的な存在といえるだろう。マルエツは2003年から、NTTデータと丸紅と共同でICタグ実験を実施している。約100品目の食品にICタグを取り付けて、メーカーから卸売業者・店舗・消費者までのサプライチェーンにおける物流の効率化 商品管理の効率を向上 店舗で顧客に喜ばれるサービスを提供、といった3点が可能かということ、実際の物流拠点と店舗など20拠点における実証実験を進めた。実験には食品メーカーや卸売業者など24社が参加した。

今回の実験では、技術・マーケティング・物流・運用と4つの部門に別け行われた。技術的な面で言えば、オートIDセンター(第4章第5節で詳しく説明)の使用を採用した。実験で明らかになったことは、全体としてみると、導入準備にかなりの時間を必要とした 消費者は企業側が考えているより、ICタグに好意的であった、という2点である。

今回マルエツがICタグ実験として行った際の参加企業は24社で詳細の検討に8ヶ月かかった。実際に本格稼動するとなると、1000社を超える企業が対象となり、事前取り決めや、ICタグシステムの連携など、さらに時間がかかるだろう。

また、消費者のICタグへの嫌悪感がさほど表面化しなかったことに関しては企業側としても、今後ICタグ導入に追い風になるのではないだろうか。今回の実験で、マルエツではプライバシーの問題を意識し、ICタグを読み取れない加工をほどこした袋を用意して、要望があれば消費者に提供する予定だったが、そもそも問題視してクレームを言う人がいなかった。それよりも、消費者はICタグと店内設置の専用端末による情報提供を利用する人が多かった。中には、情報提供に対して、「もっと、食品を使用したレシピを充実させてほしい」といった要望があったほどだ。

技術的・システムの視点からみると、基本的に商品に取り付けたICタグの情報をリーダー/ライターで問題なく読み取れた。ICタグが金属の影響を受けやすく、反応しないというデメリットを考慮し、独自に金属対応のICタグを用意した。そして、常温保存ではない冷凍食品などの商品にICタグを付けたケースも検証したが、特に問題はなかった。

また、読み取った情報をサプライチェーンを構築する複数の企業の間で性格に引き継げることが確認できた。

しかし、今回の実験で課題も表面化してきた。まず、ポテトチップスのようにパッ

ケースにアルミ製の袋を使用している商品に付けた IC タグは読み取れない場合があった。そこで、上記でもあったような金属対応の IC タグを独自に用意し問題は解決されたが、今後様々な商品に付与される IC タグは一つひとつ実験を積み重ねていかなければ、読み取りが確実にできるかなどが断定できない。

また、IC タグのリサイクルの問題である。IC タグは現在まだまだ安価であるとはいえないのが現状である。使用済み IC タグを回収しリサイクルするということは、実際コストがかさむのも現状だ。しかし、今後の IC タグの発展を見越すならば、IC タグリサイクルは欠かせない要素となるだろう。マルエツでも今回の実験で使用済み IC タグの回収率を高めるためにキャンペーンを実施した。しかし、回収できた IC タグは 350 個と、全体の 1%にも満たなかった。いかに、使用済み IC タグ回収率を上げるかも今後の課題である。

また、大量のトランザクション処理が可能なシステムをどう構築するかである。今回の実験で採用された仕様を使って、今後本格稼働とするならば、銀行の ATM（現金自動預け払い機）の日々のトランザクション処理を超える恐れもあると確認された。

マルエツは他の企業に比べ、IC タグの実証実験においては抜きに出ている。そのマルエツでさえ、今後解決していかなければならない課題が山積みである。

また、上記のようなモノの管理目的以外でも IC タグは活躍の場を得ている。プランタン銀座では、1 日限りの IC タグを利用したマーケティング実験を実施した。IC タグ付きのストラップを配布して、それを、店内に設置したリーダー/ライターにかざすことでクイズやショッピング情報が携帯電話のメールに届くシステムである。IC タグの識別コードを KDDI が用意したアドレスの送信することでクイズが利用者の携帯電話に送られる。店内にあるリーダー/ライターに IC タグをかざすと、クイズのヒントと、そのフロアのお買い得情報が携帯電話に届くようになる。今回の実験では利用者はあらかじめ基本登録を行うので、このデータを分析して、IC タグ利用に抵抗感のない年代・性別・職業など様々なデータから分析していく。KDDI は今後 IC タグのリーダー機能を携帯電話に搭載することも検討している。

その他にも、JR 東日本では、NTT ドコモ・大日本印刷の 3 社共同で、「会津ぐるっとカード」購入者に IC タグ付きストラップを配布した。県内 13 ヲ所の駅・バス停などに設置された電子ポスターに IC タグを近づけると、地域の情報や電車の時刻が携帯電話のメールに送信されるという仕組みである。

ここまで、企業における IC タグを見てきたが様々な業界で実証実験が行われていることがわかる。やはり、IC タグに対する企業の期待は大きいようだ。

第 3 節 公共における IC タグ

千葉県富岡市に 2003 年に開館した、富岡市立図書館¹では、IC タグを導入した日本で初めて²の「IT 図書館」である。館内には、利用者自身で貸し出し処理を行える自動貸出機が設置されている。IC タグの記憶容量は 2 キロバイト（日本語約 1000 文

字相当)で、書名・副書名・巻次・著者名・版表示などの書誌データ 登録番号分類 図書記号 保管場所などのローカルデータが格納されている。また、最終利用日 累計利用回数などの情報も記載されている。藤岡市立図書館では、リーダ/ライタ・ゲートはオムロン製品、運用ソフトは日本電子計算が公共図書館向けに提供している「LINUS/W IC タグ対応版」が使用されている。

利用者側からすれば、自動貸出機によるメリットが大きいといえる。基本的なことからいえば、10冊の本を一括で貸し出し作業が完了することから時間的短縮ができる。また、職員に借りる本を見られるのが、気になっていたという意見もありプライバシーの保護という点においても IC タグは役に立っている。

自動貸出機を利用した人の割合は当初は 37%だったものが、現在では 49%に達している。図書の貸し出しに限っていえば、自動貸出機が 74%、カウンターが 26%という結果が出た。図書を借りる人の 4 人に 3 人が、自動貸出機を利用しているのだ。65 歳以上の利用も 33%あり、子供にいたっては操作が面白いようで、10冊を 3 回に分けて利用している子もいる。つまり、IC タグはお年寄りから、子供まで幅広く活用できる技術であるといえるだろう。

しかし、すべてがうまくいったわけではない。リーダ/ライタの読み取り精度だが、自動貸出機で垂直に 10冊積み重ねると、IC タグ同士の距離が近くなることによって電波がうまく抜けず、何冊かのデータが読み取れなくなってしまう。対策としては、本の位置をずらしたり、2山に分けるなどすれば、問題はないとのことである。また、出入り口に設置されたゲートでは、複数冊を重ねて持った場合や、CD などの金属性資料が感知しにくく磁気式に比べ感知が甘い。また、図書の表面や見返し・扉などにカーボン素材や銀・アルミなどの金属材料が使用されていると、これが電波を遮断してしまいデータが読み取れないことがある。今後対策を講じなければならないだろう。

また、IC タグ利用の最大のネックは、価格である。現在 IC タグの定価は 1 枚 92 円。従来の磁気式テープが 40 円台なので、少なくともこれ以下にならないと、図書館側としては、従来の図書館システムとの置き換えは難しいだろう。

しかし、こうした先進的な取り組みが注目を集め、全国から多くの図書館関係者が視察に訪れている。今後も IC タグを導入した図書館が増えていくだろう。すでに、IC タグシステムを導入している図書館としては、島根県斐川町立図書館・東京汐留のアド・ミュージアム東京などがある。

図書館での利用以外では、IT を活用し高齢者や障害を持つ方々が移動しやすいよう情報を発信する、国土交通省プロジェクトのプレ実証実験・デモンストレーションが神戸・三宮の地下街で行われた。このプロジェクトを指揮するのは、トロンを開発した坂村健東京大学教授である。公共空間での実験は今回が初めてで、約 2 ヶ月間行う予定である。専用の携帯端末を持って歩くと、道路などに埋め込まれた IC タグが現在地やバリアフリー情報などを教えてくれるシステムになっている。情報は音声・画像・

文字と選択の幅も広い。今回の実験では、携帯電話などの各種電波が過密な街頭でシステムがうまく動くかなどを点検する。

また、東京国際フォーラムにおいて開催された「TRON SHOW 2004」において、IC タグ内蔵視覚障害者誘導ブロックを用いた歩行者 ITS の発表があり、デモンストレーションも行われた。これは、TRON の IC タグを誘導ブロックに埋め込み、IC タグの情報を白杖の先にある IC タグリーダで読み取るシステムである。開発は凸版印刷と日立製作所などで、将来は歩道などに設置されている誘導ブロックに IC タグを埋め込み IC タグリーダ搭載の白杖で位置情報を取得する。それが携帯電話や専用 PDA に地図で表示され、経路案内を音声で行うとしている。

しかし、今回のシステムでは、歩行者が誘導ブロックからはずれたりする場合や、先端に IC タグリーダが搭載された白杖がブロックからはずれると案内はできない。また、今後のことを考えると、日本のみならず世界中の道路に誘導ブロックがあるとは限らない。また、誘導ブロックがない建物などに行く場合は、今回のシステムでは自由に歩行できなくなってしまう。そこで、対策としてはテレサポートという形で GPS（全地球測位システム）のみに頼りきれないところを遠隔からの人による適切なサポートが必要になるだろう。そういった観点からも TV 電話に必要性も出てくる。GPS サービスとテレビ電話が同時にでき、なおかつ白杖からの位置情報を受信できる機器が必要になってくるのではないだろうか。

この他の事例として、IC タグによる産業廃棄物の不法投棄防止実験が挙げられる。福岡県は、産業廃棄物の不法投棄を防止するため、廃棄物に IC タグを付け搬送用トラックを GPS（全地球測位システム）で追跡するシステムの実証実験を行うことを明らかにした。IC タグと GPS を組み合わせたシステムは全国で初めてである。同県では、2005 年より公共事業での本格利用を目指している。

県監視指導課によると、非営利組織（NPO）エコ・テクルが開発したシステムを、県が試験導入することだ。産業廃棄物の排出事業者（建設業者・工場など）が IC タグに廃棄物の種類や数量などの情報を入力する。廃棄物に IC タグを付け、処理業者と収集運搬業者を指定する。その上で、産業廃棄物情報の集中管理を行うエコ・テクルに両方の業者を事前に報告する。収集運搬業者は、搬送トラックに GPS 端末を装着し、指定された処理業者に産業廃棄物を届ける。処理業者は、産業廃棄物を受け取ると事前に連絡があったものと同様であることを IC タグによって確認し、エコ・テクルに報告する。このため、指定された処理業者以外に産業廃棄物を降ろすことができなくなってしまう。さらに運搬中もエコ・テクルが運搬車両の位置を GPS で監視し、産業廃棄物の不法投棄を防ぐ。

第 4 節 企業動向

IC チップ自体の動きとしては、日立製作所では、同社の IC タグ用 IC チップ「ミューチップ」をさらに小型化した、次世代品を試作し動作を確認した。従来のミューチ

チップは、外形寸法が0.4mm角だったが今回0.3mm角の製造に成功した。具体的には、量産時の効率を最大で44%高められるという。ミューチップは、紙にも埋め込み可能なほど微小のICチップで128ビットの情報を格納できる。日立製作所はミューチップに関して、2004年の春までに月産数百万個規模の量産体制を整える計画だ。また、ICタグ導入のネックである価格の面でも、日立製作所は低価格なミューチップ・イントレットを2004年から発売することで打開していく方針である。100万個単位で購入すれば、1個あたりの単価は10円前後となる見込みだ。

また大日本印刷では、同社のICタグACCUWAVEシリーズに200度までの保存に耐えられるICタグと、金属表面に取り付けても読み取り可能なICタグ、計3種類を追加した。高温対応のICタグは継ぎ目のない樹脂成型品であるため、耐水性・耐薬品性にもすぐれているという。自動車のエンジン付近など、これまでICタグ装着の難しかった場所にも今後は取り付けが可能になり、さらにICタグの使用範囲は広がっていくだろう。しかし、やはり価格の面では割高になってしまい、高温対応ICタグは500円(200個購入時)、金属対応ICタグは700円(5000個購入時)となっている。今後いかに価格を下げることができるかに注目したい。

ICタグベンダーの動きとしては、オムロン・フェニックス電子・日精の3社は共同でICタグを用いた個品管理システムを宝飾品店向けに発売する。

第5節 標準化動向

第1項 ICタグに関する国際標準化動向

ICタグに関する国際的な標準化は、ISO/IEC(ISO:国際標準化機構、IEC:国際電気標準化会議)で進められている。このなかでも、ICタグの標準化は自動識別およびデータ取得技術の分科会SC31で進められている。SC31では、いくつかのワーキンググループに分かれている。1998年にモノへのICタグ使用用途に限った標準化を進めるワーキンググループとしてRFID特別委員会(WG4)が発足した。ISOによって策定済み、あるいは審議中のICタグに関する企画は以下の表のとおりである。モノの管理用ICタグと呼ばれる一連の規格は、利用シーンを限定していないのでメディア形状などの物理的な規定は、特に決められていない。標準化は物理インターフェイス(エア・インターフェイス)とプロトコルが規定の中心になっている。ISO/IEC18000以下の規格が、モノの管理用ICタグと呼ばれている。

図 4.3 IC タグに関する国際標準企画

ISO/IEC 番号	規格内容
18000-1	一般パラメータ
18000-2	～ 135kHz エアインターフェイス
18000-3	13.56MHz エアインターフェイス
18000-4	2.45GHz エアインターフェイス
18000-5 ³	5.8GHz エアインターフェイス
18000-6	860～930MHz エアインターフェイス
18000-7	433MHz エアインターフェイス

今回は、最も IC タグ利用の際に使用される、18000-2～18000-7 の特徴を説明する。

18000-2 規格では、135KHz 以下の周波数を使用する。IC タグは総じて、周囲にある金属や水の影響を受けてしまう。例えば、IC タグを金属に直接付けてしまうと、影響を受け、IC タグがリーダ/ライタからの電波を利用して電源を確保できなくなってしまふ。また、水に関しても、リーダ/ライタが発した電波が水に吸収されて、IC タグまで届かなくなってしまふのだ。しかし、この周波数帯域を使う IC タグは、周囲にある金属や水といった影響を最も受けにくい。よって、平均的に数十 cm の通信範囲を確保できる。

18000-2 では、Type A と Type B と呼ばれる 2 種類の技術使用を定めている。いずれも、ドイツの規格団体である、Deutsches Institut Normung が提案した仕様で、電池を搭載しないパッシブ型の IC タグを前提としている。Type A と Type B の使用の違いは、IC タグからリーダ/ライタに情報を送信する際の変調方式である。Type A は ASK 変調、Type B は FSK 変調をそれぞれ採用している。一般に ASK 変調回路は FSK 変調回路に比べて、回路規模が小さくて済むので IC タグの価格を安価に設定できる。ただし、ASK 方式は、雑音に弱いことが挙げられる。その点、FSK 変調は雑音に対する耐性が高い。

18000-3 規格では、13.56MHz 帯の周波数を使用する。この帯域は、2002 年の省令改正による規制緩和によって、日本で使用しやすくなった。無線局の免許取得が不要になったため、基本的に電子レンジなどと同様に使用できる。13.56MHz 帯の特徴は、電波特性のバランスがよく、モノへの取り付けに適していることである。135KHz 以下の周波数ほどではないが、金属と水の影響が少ない。加えて、IC タグの形状の自由度が高く、135KHz 帯の IC タグでは、実現できなかったラベル形状も可能だ。バランスの良さから、13.56MHz 帯を採用する分野は幅広い。

18000-3 では、いずれも電池を搭載しないパッシブ型の IC タグを採用している。18000-3 では、Mode1 と Mode2 の 2 種類がある。Mode1 は、既に多くの採用実績が

ある非接触 IC カードの国際標準方式「ISO/IEC15693」と同じ通信方式が採られていて、アメリカ合衆国の Texas Instruments 社とオランダの Royal Philips Electronics 社の提案技術を合わせた方式である。Mode2 は、IC タグからリーダ/ライタへのデータ伝送速度が最大 848 ビット/秒と高速である。オーストラリアの Magellan Technology 社が提案した方式である。Mode1 に比べると 30 倍以上速い。他の通信方式に比べても、10～20 倍速い。

18000-4 規格では 2.45GHz 帯の周波数を使用する。ここ数年で認知度が高まった周波数帯域だ。なぜならば、IC タグやリーダ/ライタの小型化がしやすいからだ。2.45GHz 帯は、電波が短いため、他の周波数帯よりも小型アンテナが使用できる。しかし、この帯域は周囲の環境の影響を受けやすい。まず、人体や木材などの障害物があると電波が遮断してしまいリーダ/ライタによる読み書きが、できなくなってしまう可能性がある。また、金属の反射によって、誤った情報を読み取ってしまうことや、水に電波が吸収されやすいというデメリットがある。また、電子レンジで使用されている周波数帯域なことから、周囲のこういった同じ周波数帯域の機器があると、干渉が生じてくる。日本国内の規制緩和によって、大分解決しやすくなったとはいえ、問題ではある。

18000-4 では、電池を内蔵しないパッシブ型の IC タグ仕様を Mode1、電池を内蔵するセミ・パッシブ型の IC タグ仕様を Mode2 とで分けている。2 つの通信プロトコルに互換性はない。Mode1 はアメリカ合衆国の Intermec Technologies 社が提案した技術が採用されている。オーソドックスな仕様になっている。これに対して、Mode2 は IC タグが回路を起動する電源を電池から供給できるので、通信距離が長く、データ伝送が 384 ビット/秒と高速である。ドイツの Siemens 社とオランダの Nedap 社が提案した。

18000-6 規格では、860～930MHz 帯の周波数を使用する。この周波数帯域は、UHF 帯とも呼ばれている。18000 シリーズでは、18000-7 規格で使用されている周波数も UHF 帯に含まれるため、860～930MHz 帯と表現する。しかし、狭義の意味で 860～930MHz 帯を UHF 帯と呼ぶ場合もある。860～930MHz 帯もここ数年で認知度が上がった。なぜならば、アメリカ合衆国 Wal-Mart Stores 社や、イギリス Tesco 社が手がける欧米の実証実験で採用される例が増えたからだ。日本では、UHF 帯を携帯電話などに割り当てていたため、IC タグでの使用は許可されてこなかった。しかし、2003 年に終了した KDDI に第 2 世代携帯電話サービスに割り当てていた 950～956MHz を IC タグへの使用に割り当てることで、検討が開始された。早ければ、2005 年には規定が改正される。

18000-6 規格では、13.56MHz 帯や 2.45GHz 帯の中間的な電波特性を備えている。2.45GHz に比べ、水からの影響も少なく、波長が長い分、パッシブ型の IC タグでも条件によっては、5m もの距離が出せる。また、13.56MHz 帯や 2.45GHz 帯のように加

工もしやすい。しかし、2.45GHz 帯よりも電波が長いため、その分アンテナも長くする必要があり、IC タグが大きくなってしまふというデメリットがある。また、2.45GHz 帯に比べて、周囲の環境の影響がすくないとはいえ、少なからず影響は受けてしまう。

18000-6 は Type A と Type B の 2 種類の技術仕様を規定している。Type A は、フランスの Tagsys 社や TI 者など 3 社が、Type B は、Interemec 社と Philips 社が、それぞれ共同で提案した。パッシブ型とセミ・パッシブ型の 2 種類の IC タグに関する仕様を定めている。Type A と Type B の違いは、複数の IC タグを一括で読み取るための衝突防止技術である。Type A が採用した、衝突防止技術は「Slotted Aloha 方式」と呼ばれ、Type B に比べ、衝突防止の確実性（成功率）が低い、価格が安い。しかし、大量の IC タグを扱うと、衝突が起こる確率が高くなるため、特定の時間内で読み取ることができない IC タグが出てくる可能性がある。

一方 Type B の「Binary Tree 方式」と呼ばれる、衝突防止技術は、情報を読み取る順序を ID 番号に基づいて、あらかじめ決めておくため Type A よりも衝突防止の確実性が高い。しかし、大量の IC タグを扱う場合は、検索時間が長くなってしまい、高性能のため、価格が上がってしまう。

さらに、Type B には特徴がある。それは、2.45GHz 帯と UHF 帯の周波数帯に対応した、いわゆるデュアル方式の IC タグである。実は、Type B の通信プロトコルは 2.45GHz 帯の規格である 18000-4 規格の Mode1 とまったく同じである。

次に、国際的な IC タグ標準化団体として、オート ID センター⁴の存在は欠かせない。オート ID センターは、RFID システムを研究開発している国際的な非営利団体である。サプライチェーンにおける商品の識別とトラッキングを可能にするシステムを実現するため、インフラの構築と標準化を目標に活動しており、ユーザ委員会と技術委員会の 2 つの委員会がある。加入企業はそのどちらかに所属する。オート ID センターの特徴として、「流通・小売分野を第一に考えられていること」が挙げられる。その理由として、オート ID センターの本部のあるアメリカ合衆国では流通・小売での商品の紛失、盗難が相当数あるといわれている。各企業は、頭を悩ませており IC タグを利用した商品の自動管理を行うことで少しでも問題の解決につなげたい考えである。

オート ID センターの推奨するシステム概要について説明しよう。まず、全体のシステムとしては、第 2 章(3) OS、で紹介したパターン 1 のシステムを奨励している。また、使用される IC タグについていえば、流通・小売分野で利用する場合、タグの数は膨大になる。かつ回収が困難になると考えられたため、この分野で広く普及させるためには IC タグに 1 個あたりの価格を抑えなければならない。そこで、IC タグを読み取り専用のパッシブタグにすることで、機能をしぼり価格を下げたい考えだ。リーダ/ライタ間の通信は 915MHz（900MHz 帯の周波数を UHF 帯と呼んでいる）を推奨している。また、IC タグとリーダ/ライタ間での通信プロトコルも、現在各社ばらばらだが、将来的には統一を目指し、ISO に規格として提案も行っている。

最近のオート ID センターの動向としては、世界の名だたる企業と連携しながら、技術規格の策定・実証実験を行っていることから、国際的な標準に一番近い存在といえるだろう。また、2003 年には、Microsoft 社がオート ID センターに参加した。

第 2 項 IC タグに関する国内標準化動向

国内標準化の動きとして、電波法の改正が挙げられる。日本国内で電波を使用する際には、すべて電波法に従わなければならない。IC タグとリーダ/ライタ間では無線通信を行うため、日本国内では電波法の規制の中で使用しなければならないということだ。近年、ISO による国際標準が策定されるのに伴って、日本でも電波法が改正された。2.45GHz や 13.56MHz では欧米と、ほぼ同基準で IC タグを使用可能になった。2.45GHz 帯でいえば、これまで認められていなかった新しい電波の発信方法が認められた。13.56MHz 帯では、リーダ/ライタから、発せられる電波の強さに規制があったが、改正によって緩和され従来よりも通信距離が伸びた。また、設置の手続きが簡素化された。また、オート ID センターなどが推奨し、アメリカ合衆国など欧米を中心に使用が推進されている UHF 帯と呼ばれる 900MHz 付近は従来、日本では携帯電話に割り当てられていて、IC タグ使用には認められていなかった。しかし、KDDI の第 2 世代携帯電話サービスの終了により、現在使用されていない一部の帯域を IC タグのために割り当てること決定した。

次に日本国内の標準化団体である、ユビキタス ID センターについてみていこう。ユビキタス ID センターはモノを自動認識するための基盤技術の確立と普及、さらにはユビキタスコンピューティングの実現を目標に活動している。ユビキタス ID センターは、2003 年に T-Engine フォーラム内に設立された。T-Engine フォーラムは、TRON の生みの親である、坂村健東京大学教授が中心となって進めている、組込型リアルタイムシステムの開発などの標準化を目指した団体である。T-Engine フォーラムの会員は A 会員・B 会員・e 会員・学会員の 4 種類に分けられ、活動している。2004 年時には 350 を超える団体が参加している。ユビキタス ID センターの推奨するシステム概要について説明しよう。まず、全体のシステムとしては、第 2 章(3) OS、で紹介したパターン 2 を推奨している。IC タグについては、推奨するものは 8 種類あり、その中で現在認定を受けている IC タグは、日立製作所・凸版印刷・富士通などの製作の IC タグ 5 種類である。IC タグとリーダ/ライタ間の電波については、それぞれの地域に合ったものを推奨している。ユビキタス ID センターの目標であるユビキタスコンピューティングの実現のためには、幅広いインターフェイスを持つことが重要だとの考えからだ。

第 3 項 今後の標準化動向

IC タグ標準化の今後の動きについては、現在、13.56MHz 帯や 2.45GHz などの帯域は一部の国を除いて世界各国で使用できる周波数帯域ではあるが、アメリカ合衆国では広く IC タグに利用されている 860 ~ 930 帯域で UHF 帯と呼ばれる帯域などは、日

本では、アマチュア無線・携帯電話などに割り当てられており、利用することはできない。日本においては、125KHz 帯、13.56MHz 帯 2.45GHz 帯が IC タグに使用されている代表的な周波数であり、その他にも 300MHz 帯の IC タグもある。

現在、ISO 規格化が進んでいるのは 13.56MHz 帯の IC タグだが、この帯域の IC タグを使用する場合 IC タグとリーダ/ライタの伝送方式は電磁誘導で行われることが多い。しかし、電磁誘導方式だと、IC タグ内のアンテナの間口面積が通信距離と関係してくる。アンテナの間口面積が大きいほうが、アンテナ内に電波が通過するスペースが広がるため通信距離を長くすることができる。逆に、IC タグのサイズを小さくしてしまうとアンテナの間口面積が小さくなってしまい、十分な通信距離が取れない可能性がある。IC タグをモノの管理用でモノに付与するためには、取り付ける対象物の大きさに左右されないよう、できるだけ小型化しておく必要がある。しかし、上記の説明の通り 13.56 MHz 帯での主流の電磁誘導型では、今後の小型化には対応できなくなるだろう。しかも、通信距離もせいぜい数十センチと短い。そのことから、今後は、13.56MHz 帯域よりも高い周波数の IC タグが中心となると考える。かといって、周波数を高くすればするほど、良いというわけではない。マイクロ波帯である 2.45GHz のような高い周波数では、通信距離は 1~2M まで可能だ。また、この周波数の特徴として水に吸収されてしまいやすいため、雨や湿気時、水分を含む食品に付与する際には適用が制限されてしまうという点も挙げられる。13.56MHz や 2.45GHz に関しては、IC タグで利用される代表的な周波数であるが、今後もそれぞれの良さを活かした使用が今後もなされる

そんな中で最近では、その 2 つの周波数の中間に位置する周波数帯、つまり UHF 帯と呼ばれる周波数帯が、上記の両周波数のデメリットを補う特徴を持っているため注目されている。なぜならば、この周波数帯は 13.56MHz 帯よりも通信距離を伸ばすことができ、2.45GHz 帯よりも水分の影響も少ないためである。第 4 章・第 3 項冒頭で説明したように、現にアメリカ合衆国では、物流分野で使用する IC タグは UHF 帯である。オート ID センターでも 860~930 帯域 (UHF 帯) を中心とした IC タグの使用を考えている。しかし、日本では現在、一部のみしか利用が可能ではないため今後日本政府は対応を考えなければ、世界の規格から取り残されてしまう恐れがあるだろう。

また、オート ID センターとユビキタス ID センターの動きをおさえておこう。各方面で両者が世界標準規格の策定に関して、対立していると騒がれているが、両団体ともそれを否定している。そもそも、オート ID センターは、物流・小売部門においてバーコードに代わる技術として IC タグを目指している。一方、ユビキタス ID センターは、最終的にはユビキタスコンピューティング社会の実現が目標である。よって、両団体の目指す方向は違うといえる。したがって、お互い IC タグ普及のため、刺激を与え合い精力的に活動していくのではないだろうか。しかし、実際問題として、オート ID センターを中心とする欧米圏とユビキタス ID センターを中心とする日本 (いずれ

は、韓国などのアジア圏にも参加企業を増やしていくのではないかと、私は考えている)の規格制定に関する対立は少なからず存在するだろう。

- 1 富岡市立図書館は地上2階建て、延べ床面積3787平方メートル、開架10万・書庫10万の収納能力を持つ。2003年12月現在、書籍類8万7000冊、視聴覚資料3,500点、雑誌200タイトルの蔵書がある。実績としては、会館日数216日・入館者数27万9090人・貸出冊数27万7222冊・登録者数1万5,499人である。
- 2 ICタグを導入した公立図書館としては宮崎県北方町立図書館があるが、2キロバイトという大容量のICタグに図書データを入れて管理しているのは今回が初めて。
- 3 ISO18000-5は規格として却下されたため、審議中止となった。今後復活することはないだろう。
- 4 今回の論文中において、便宜上オートIDセンターと表記しているが、オートIDセンターは2003年10月26日に閉鎖された。現在は、実際にオートIDセンターの提唱した技術とID体系を広める組織 研究開発に専念する組織、の2つに分かれ、前者の役割をEPCグローバルが、後者の役割をオートIDラボが行っている。

第5章 IC タグ普及に関する問題

第1章から第4章まで、IC タグについてみてきたが、IC タグが普及するには、解決すべき問題もある。技術説明や IC タグ事例紹介でもいくつか解説したが、ここで、技術・運用面での問題、規格（標準化）面での問題、コスト面での問題、プライバシー面での問題、と4つの視点から考えていきたいと思う。

第1節 技術・運用面での問題

(1) 小型高性能化技術の問題

IC タグの小型化技術は、かなりの勢いで進んでいる。日立のミュールチップなど、手で持つことが困難なほど小さいものが製品化されている。一般的に、IC タグはアンテナの巻き数と大きさで通信距離が変わる。したがって第4章第3項でも説明したが、IC タグを小型化すれば、必然的に通信距離が落ちてしまい IC タグの特性である、非接触が十分生かされない。すなわち、IC タグのベンダは小型化と通信距離のジレンマを抱えていることになる。第4章第4節でも紹介したが、日立製作所では従来の0.4mmから0.3mmのIC タグの開発に成功している。今後、さらにIC タグ小型化が進めば大量生産が見込め、IC タグ普及の大きな一歩となるだろう。

また、高性能化についてだが、基本的にどの周波数帯域を利用してもIC タグは総じて周囲にある金属や水の影響を受けてしまう。そこで、いかに影響を受けないような予防策を打ち出すことができるかによって、さらにIC タグの使用範囲が広がるのではないだろうか。

(2) 運用ノウハウ不足による問題

現在のところ、IC タグの利用は一時的な使用が多く、一連の流れでIC タグを使用しているケースはまれです。これは、IC タグの身の回りへの適用が始まったばかりということから、当然のことだろう。しかし、IC タグを利用することで、付与したモノの動的なデータ把握が容易にできることがIC タグの魅力の1つであるといえる。これを実現するためには業務中の一連の流れの中で、他のシステムと連携しIC タグから得られる情報を、例えば自動発注・顧客データベース化などを行うなど高度に活用することが必要となってくる。そのような場合に、どこまでIC タグシステムを導入するか、既存の業務システムとの連携はどう行うかなど、検討すべきことが多く存在する。また、IC タグ導入によって、今後多くのオペレーションが自動化されることで、間違ったオペレーションが実行された際に、自動化されたまま次のオペレーションが勝手にスターとしてしまう恐れもあるだろう。1度IC タグに書き込まれた情報が本当に正しいものを保障することは、簡単ではない。このような場合は特に特殊な運用ノウハウが必要となってくる。このような運用ノウハウ不足によって生じる問題のため、IC タグ導入に時間がかかってしまうことも、今後は発生するだろう。今後、さらに実証実験の積み重ねによって、データを蓄積していく

ことが求められる。しかし、データの蓄積にも時間がかかることから、現段階では、IC タグシステムの地道な実証実験を積極的に行い、問題点を克服していくことが大切だと感じる。

第2節 規格（標準化）面での問題

規格の問題点として挙げられるのは、IC タグとリーダ/ライタ間で使用される無線の周波数帯域は、各国の電波法により定められており全世界共通というわけではない。例えば、ISO で規格化され、アメリカ合衆国などで一番使用されている UHF 帯だが、欧米では ISM (Industry Science Medical) バンドというものが用意され、実験的に利用がかのうである。しかし、現在の日本では携帯電話に割り振られているため、一部を除き使用できない。その結果、欧米で使用している IC タグが日本では使用できない（また、その逆もありうる）ことになる。今後、IC タグの利用が自国だけにとどまらず、世界中に広がるならば、例えばアメリカ合衆国から商品を輸入する際に IC タグが読み取れないことが原因で検品作業に支障が生じたりする可能性もある。今後、IC タグが普及すればするほど世界の中の IC タグとして、この問題は深刻になるだろう。

また、IC タグに付与するコードの問題である。現在世界中でモノの管理に使用されているバーコードだが、EAN・JAN・UPC など多種類にわたっている。しかしながら、EAN (JAN) と UPC とでは完全な互換性がない。このように、コード体系の問題は、国をまたいだ時に顕著に現れる。現在、オート ID センターでは EPC、ユビキタス ID センターでは ucode といったコードを用意しているが、これに実際の数値、例えばメーカーコード・国コード・などを割り当てる必要がある。この問題の解決として、既存のコードを使用するか、全く新しい統一したコード体系を作るか、先の 2 つの折衷案を作るか、といくつか考えられる。しかし、既存のバーコードを使用するにしても各国で違うコードを使用している場合には、情報を検索したり、コードを変換するなど、手間が生じる。また、新しいコード体系を作るとしたら、バーコードで見られたような標準化の争いが生じる可能性もある。統一できた際には各国でユーザに必要とされるコードとなりうるが、統一までには時間がかかるだろう。また折衷案にしても、新規ほどではないが、話し合いには時間がかかるといえる。実際使用するユーザ側でも、国内に使用のみで十分とする意見もあれば、世界中で使用可能なコードが欲しいという意見と分かれていて、それぞれの思惑が交差している。しかし、IC タグが普及するためには、何が一番重要なのかという点を考えて、今後ユーザの利用促進するコード体系の作成を期待したい。

第3節 コスト面での問題

以前は 1 枚 1000 円程度と高価だった IC タグは、現在 1 枚数十円のレベルにまで低価格が実現されている。しかし、IC タグは様々な種類の中から、用途に応じて IC タグを選択できるため、一概に 1 枚数十円とは言い切れない。IC タグの価格に影響

を与える要因は、生産数・性能・機能、であるといえる。一般的には 100 ビット程度のデータを保持できる単純なパッシブタグは、数十円程度となっている。付加機能（金属対応・高温対応・CPU 内蔵など）を持つタグは、機能・生産数の両面から割高になってしまう。現在使用されているバーコードは 1 枚 1 円以下ともいわれていて、バーコードの代わりに IC タグをしようするには、まだまだ価格差が大きいといえる。

そこで、IC タグの価格を下げるためにも、生産量を増やすことが挙げられる。一般的に生産量に応じて価格が下がることは工業製品では通常である。安価な IC タグを大量に生産するためには、革新的な製造技術が求められる。最近、アメリカ合衆国の Alien Technology 社では、「2004 年には 20 セント、2006 年までに IC タグを 1 個 5 セントの IC タグを実現させる」と計画している。（同社の日本代理店は東レインターナショナル）既に、アメリカ合衆国カリフォルニア州にある Alien Technology 本社内の敷地に製造ラインを設置している。なお製造ラインは東レエンジニアリングが開発した。

IC タグがバーコードの代わりに使用されていくには、IC タグの単価が 10 円以下にならなければ難しいといわれている。しかし、特定の IC タグがこのラインを切るには 53 億枚程度の生産が必要になってくると報告されている¹⁾。仮に 53 億枚製造されたとしても、現在の試算では 10 円程度である。バーコードの価格の 1 円以下に対抗するには少しでも、1 円以下に近づかなければならないだろう。

また、IC タグだけでなく、リーダ/ライタに関しても、生産数と機能によって価格が左右される。現在ハンディターミナル型は安いもので数万円～数十万円の製品がある。ゲート型では 100 万円程度のももあるが、現在の一般的な価格は数十万円だろう。リーダ/ライタも今後さらに大量に生産されることで低価格化が進むだろう。

上記のように大量に生産するためには、IC タグを導入する企業側に明確なメリットを提示する必要があるだろう。IC タグの利便性が分かっているにもかかわらず、導入コストに見合う利益が享受できるかといった点を示せるかが重要ではないだろうか。それには、やはり、同章（1）技術・運用面での問題（運用ノウハウ不足による問題、でも説明したような、実績を示す必要があるのではないだろうか。

第 4 節 プライバシー面での問題

IC タグに関するプライバシーの問題に関しては、主に 2 つ懸念がある。まずは、自信が気づかぬうちに、自分のカバンなどに入れている持ち物が他人に分かってしまう可能性があることだ。持ち物に付与されている ID に商品コードを含めたコード体系を採用している場合、商品コードから書籍名などの具体的な商品が分かってしまう。この問題を解決するには、ある程度技術的には可能である。IC タグに暗号化した ID を付与し、読み取られても、商品の種類などが分からないようにすればよいのだ。ID

を複合するために暗号鍵はセンター・サーバで管理し、センターにはあらかじめ認定されたリーダ/ライタからしかアクセスできないようにすればよいのだ。

次に、普段必ず携帯しているモノ（例えば財布など）に付与されている ID と、個人の情報を結び付けられることによって、リーダ/ライタが街角に存在するような場合は、常に携帯するモノの ID から、人の行動を追跡することもできてしまう。この問題の解決には、消費者がモノを購入した際に IC タグを取り外せるようにすることだ。なぜなら、IC タグ内の ID を暗号化しても、持ち物は分からなくても常に同じ暗号 ID を読み取れば追跡可能になるからだ。また、IC タグが装着されたままプライバシーを守る技術も開発されてきている。暗号化技術によって毎回異なる ID を送信するのだ。しかし、そうした機能を搭載させると価格が上がってしまうため、現実的にはまだ、解決できそうにない。また、kill・tag という仕組みも考えられている。IC タグ内に格納された情報を必要に応じて消去できるシステムである。また、消去できたかも確認する装置の開発も進んでいる。

こうした、プライバシー問題は日本よりも、欧米のほうが深刻である。消費者のプライバシー問題への懸念から、実際の企業が IC タグ実証実験を中止した例もあるほどだ。アメリカ合衆国マサチューセッツ工科大学メディア・ラボなどの主催で行われた話し合いでは、IC タグ研究・開発を推進する IC タグベンダやオート ID センターらと IC タグ使用反対運動を展開しているプライバシー団体が議論をした。やはり、プライバシー問題は、いくら kill・tag の機能などが搭載したからといって、簡単には解決はしない。Kill・tag 機能が搭載されているからといっても、店舗内での行動が把握されてしまうことは避けられないからだ。反対者の意見としては、製造・物流過程においての IC タグ使用は問題ないが、店舗の陳列棚商品に IC タグを装着することは、認められないとのことだ。しかし、そうなると、IC タグを利用する企業側のメリットが大幅に減少してしまう。こういったことから、プライバシー問題は根強く、問題の解決にはさらに議論を重ねることが必要になってくる。しかし、日本での消費者は、マルエツでの実証実験の際の事例があるように、プライバシーに対する懸念よりは、IC タグ活用から得られる情報のほうに関心がいており、問題視している人は少ないようだ。私たちは、今後はいっそうこの問題に対して関心を示していかなければならないのではないだろうか。欧米ほどプライバシーに対する関心が薄いことに私は危機感を感じた。

第 5 節 セキュリティー面での問題

現在 IC タグは、一般的に IC タグの盗聴・改ざん・は極めて困難であることから、セキュリティに関しては大きな自信がある。また、ユビキタス ID センターではセキュリティにおいては強固といわれている、e-TRON を有している。しかし、今後 IC タグが様々な分野において、普及するようになれば、悪意を持った犯罪によって IC タグも危険にさらされるかもしれない。そういったことから、今後もいっそう IC タグのセキュリ

ティ ー技術の進歩が望まれる。

- 1 「航空貨物輸送分野における RFID の活用に関する調査研究」 運輸性格研究機構より

終章 今後の IC タグ普及への展望

今回、私は IC タグを調べ考察した結果、結論として「将来的に IC タグは社会に普及する技術といえる」と考える。

現時点では、私が第 3 章において家庭・企業・行政、の 3 点から予想した将来像までは、至っていない。やはり、近年になって急激に注目が集まり、まだどの分野においても IC タグの実証実験が始まったばかりだといえるからだ。特に、私は家庭内においては、実証実験の段階にもないという事実には驚いた。予想していたよりも、家庭内における IC タグの普及は遅れていると感じる。

では、今後 IC タグはどのようなかたちで普及していくのだろうか。私は、IC タグ普及のカギとして、企業内における IC タグ普及が挙げられるのではと考えている。特に製造・物流の分野で今後は IC タグの使用が増えてくるだろう。現に今回、調べた企業内における IC タグの導入実証実験は、ほぼ物流分野が中心だったからだ。IC タグの本来の目的である、モノの管理という点で導入後、早期で成果が表れるのも要因の 1 つだろう。企業内で普及するためには、まず基本段階として、付与するモノに無理なく装着できるかという点から考えると、現時点で、IC タグの小型化は着実に進んでいる。そこで、小型化された IC タグはどの商品にも装着可能になり、さらに物流分野においても活用の幅が広がった。次に、IC タグの価格についてだが、企業が IC タグを導入することにより、企業からの大量受注が IC タグの価格を下がることになる。第 5 章第 3 項で述べた、コスト面での問題はこれで解決に向かうと考えられる。IC タグが普及するための価格にまで下がる生産ラインは 53 億枚といわれている。ある衛星用品メーカーに 1 年間の製造出荷数は、約 200 億点と 53 億枚という数字をゆうに超えている。今後、多くの企業が IC タグを本格的に導入するならば、確実に IC タグの値段は下がるだろう。そして、最終的に企業に IC タグを普及させるためには、第 5 章第 3 項でも触れた通り、導入する企業側に IC タグを導入した際のメリットを明確に示さなければならない。そこで、必要となってくるのが運用ノウハウである。よって、現在の実証実験を行っている各企業は自社で成果が表れるまでは、早期に IC タグの本格導入はむずかしいだろう。現にオンワード樫山は、実証実験の結果が思わしくなく本格導入を見送ったことがある。しかし、住金物産のように 2004 年から、中国～日本の店舗までの物流管理に IC タグを本格導入している企業も存在している。そして、約 30 の業務プロセスを改善に成功したという実績を残している。このような、積極的な企業の台頭が、企業内における IC タグ普及につながっていくだろう。

現時点で、IC タグ普及が進んでいるのは、企業・行政・家庭、の順だろう。しかし、今後企業内において IC タグが普及することによって、企業・家庭・行政とその順番が入れ替わると私は考えている。現在、家庭内においては全く IC タグ普及はなされていないといえる。しかし、見方を変えてみれば、インターネット家電という形で IC タグ普及のための基盤作りが着実に進んでいるといえないだろうか。現在、インターネット家電は、まだ身近

な存在ではない。だが、デジタルテレビなどに見られるように、消費者に認知され利便性を認められれば、普及の勢いが増してくる。そういった点からも、インターネット家電の普及に伴って、家庭における IC タグ普及のバックボーンが確実に築かれ、企業内での IC タグ普及実現の際には、家庭内においても抵抗なく IC タグは浸透していくのではないだろうか。

一方、行政はというと現在は実証実験が家庭内より進んでいるが、今回行政の現状として調べた歩行者 ITC・産業廃棄物に IC タグ装着による不法投棄防止、図書館の IC タグシステム導入、など総じていえることは大変な手間と多額の資金が必要になるということだ。点字ブロックを例にとっても、ひとつ一つのブロックに IC タグを埋め込む作業は容易ではない。近年では、地方行政の財政赤字が問題となっている中で、各自治体が費用負担となると普及は難しくなってくるのではないだろうか。そのようなことから、行政における IC タグ普及は実証実験や、モデル地区といった形で、当分は部分的普及というかたちになるだろう。行政全体に IC タグが普及することは当分先なのではと感じる。

IC タグ普及への展望として、私が考える結論をまとめる。まず、第 1 段階として「企業における IC タグ普及」をあげる。ここでは、第 5 章で取り上げたように IC タグが抱える問題を解決することだ・そして、さらに加えるならば、IC タグ普及の向けての環境を整えるための法改正を行政は行っていくべきだろう。(例えば、電波法など)

次に第 2 段階として、「企業の IC タグ普及に伴う家庭の IC タグ普及が急速に広がる。よって行政は、家庭と企業との間に差がひらいてしまう」と考える。家庭内において IC タグが普及した際には、私たち IC タグ利用者が IC タグによって得られた情報の取捨選択をしていかなければならない。つまりは、第 5 章第 4 項でプライバシー問題の際にも述べたが、IC タグを使用する際に生じる問題に対して、私たちは無関心すぎるのではないだろうか。今後は、アメリカ合衆国ではすでに開発が開始されている、人体への IC タグの埋め込みなど、プライバシー問題よりもさらに慎重に議論を重ねなければならない問題も出てくる。また、IC タグを悪用した犯罪にはしらない心など、企業・行政のみならず私たち自身も真剣に考えることで、はじめて IC タグが真に普及したといえるのではないだろうか。

参考文献

第1章 IC タグとは

『IC タグってなんだ?』NTT データ・ユビキタス研究会著 カットシステム出版

『IC タグの仕組みとそのインパクト』秋山功ら著 ソフト・リサーチ・センター出版

『ユビキタスネットワークの基本と仕組み』E_Trainer.jp 著 秀和システム出版

<http://www.uidcenter.org/japanese.html> Ubiquitous ID Center

第2章 IC タグを支える技術

『IC タグの仕組みとそのインパクト』秋山功ら著 ソフト・リサーチ・センター出版

『ユビキタスネットワークの基本と仕組み』E_Trainer.jp 著 秀和システム出版

『ユビキタス無線工学と微細 RFID』根日屋英之・植竹古都美著 東京電気大学出版局

第3章 IC タグが普及した生活

『IC タグってなんだ?』NTT データ・ユビキタス研究会著 カットシステム出版

『IC タグの仕組みとそのインパクト』秋山功ら著 ソフト・リサーチ・センター出版

第4章 日本の IC タグの現状

『無線 IC タグのすべて ゴマ粒チップでビジネスが変わる』瀬川弘司著 日経 BP 社出版

<http://www.sanyo.co.jp/>

三洋電機

<http://it.nikkei.co.jp/it/>

NIKKEI NET IT ビジネス&ニュース

<http://ascii24.com/>

ASCII24

<http://www.hitachi-system.co.jp/index.html>

日立システム

<http://kodansha.cplaza.ne.jp/dejitoku/index.html>

Web 現代 デジタル特捜隊

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/NC/>

日経コンピュータ EXPRESS

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/>

日経 BP Pro

<http://japan.cnet.com/>

CENT Japan

第5章 IC タグ普及に関する問題

『IC タグの仕組みとそのインパクト』秋山功ら著 ソフト・リサーチ・センター出版

『無線 IC タグのすべて ゴマ粒チップでビジネスが変わる』瀬川弘司著 日経 BP 社出版